

## 温度补偿衰减器

### 技术领域

5 本发明涉及电子及通信的高频及微波有源器件和系统温度特性补偿的温度补偿衰减器，可用于各种高频和微波电路及系统。尤其适合于温度特性要求严格的移动通信系统、卫星通信系统、卫星导航系统、雷达系统。

### 背景技术

10 为了减少高频及微波有源器件的温度特性的漂移。现有技术中采用的方法非常复杂，使用器件多，研发周期长，成本高，故障率高。例如，高频及微波功率放大器，其增益随着环境温度而变化，其输出功率也相应地发生变化，严重地影响了器件乃至整个系统的特性指标和安定性。为了减少环境温度变化引起的高频及微波功率放大器的增益和功率的变化，在系统中使用温度检知器，功率耦合器，检波器，信号编程处理器，15 存储器，具有自动增益控制(AGC)或自动功率控制(APC)功能的前置放大器等诸多有源器件，以及上述器件用的电源及控制系统。

为了解决温度特性的漂移，要求其器件做到：

- (1) 宽频带特性；
- 20 (2) 输入端和输出端都要有极小的反射系数；
- (3) 输入端和输出端有较大的隔离度；
- (4) 输入端和输出端的特性阻抗符合接入系统的要求。例如50欧姆，75欧姆等设计。

### 25 发明内容

本发明所要解决的技术问题在于提供一种温度补偿衰减器，其可实

现高频及微波电子通信的高频及微波有源器件和系统温度特性补偿。

为解决上述技术问题，本发明所采用的技术方案是：提供一种温度补偿衰减器，其包括：基体、设置在该基体上的薄膜热敏电阻、分别连接到该薄膜热敏电阻两端的输入端和输出端以及薄膜电阻，该薄膜电阻的顶边与薄膜热敏电阻的底边相电连接，薄膜电阻的底边与接地端相电连接。

该薄膜电阻的两端分别与输入端和输出端连接。

该薄膜电阻是薄膜热敏电阻，其温度特性与上述基体上的薄膜热敏电阻的温度特性相反。

10 本发明的有益效果是：利用薄膜热敏电阻，构成一种宽频带的随温度变化衰减量而变化的分布参数电路结构的温度补偿衰减器。通过将温度补偿衰减器接入高频及微波有源电路中，可以补偿由于温度变化而带来的高频及微波有源器件的增益的变动或有源器件的频率特性的漂移，即使在恶劣的环境温度变化的条件下，也可以保证高频及微波有源器件的增益安定不变或补偿有源器件的频率特性的漂移。

## 附图说明

图1是本发明具有分布参数电路结构的温度补偿衰减器的第一较佳实施例的示意图。

20 图2是图1所示温度补偿衰减器的电路原理图。

图3是本发明具有分布参数电路结构的温度补偿衰减器的第二较佳实施例的示意图。

图4是图3所示温度补偿衰减器的电路原理图。

25 图5是本发明温度变化时理想特性的串联热敏电阻值与并联热敏电阻值的理论变化曲线。

图6是本发明温度变化时温度补偿衰减器的衰减量或以增益表达时的增益量变化曲线。

图7是本发明温度补偿衰减器接入放大器前补偿放大器等器件增益变动的示意图。

5 图8是本发明温度补偿衰减器接入有源器件前补偿有源器件器件的示意图。

### 具体实施方式

请参阅图1，本发明第一较佳实施例温度补偿衰减器包括基体6，在  
10 基体6的表面层上形成薄膜热敏电阻1，薄膜热敏电阻1的两端分别与输入端3和输出端4相连接，薄膜热敏电阻1的底边与在基体6的表面层上形成的薄膜电阻2的顶边相电连接，薄膜电阻2的底边与接地端5相电连接。

薄膜电阻2可选用与薄膜热敏电阻1的温度特性相反的薄膜热敏电阻，这样温度补偿衰减器的温度补偿特性会更好。

15 以下，把薄膜电阻2可理解为薄膜热敏电阻。

由于薄膜热敏电阻1和薄膜电阻2的电阻值和温度系数不一样，薄膜热敏电阻1和薄膜电阻2的形成通过掩膜工艺技术在基体6的表面层上分别实现。先在基体6上印刷上薄膜热敏电阻1，使薄膜热敏电阻1的一端与输入端3连接，反向的另一端与输出端4连接；在基体6上再印刷上薄膜电  
20 阻2,使薄膜电阻2的顶边与薄膜热敏电阻1的底边相电连接，薄膜电阻2的底边与接地端5相电连接。最后在薄膜热敏电阻1和薄膜电阻2表面涂上保护膜，防止外部湿气和尘埃的侵入。

请参阅图2，它是图1所示温度补偿衰减器的分布参数的电路原理图。在图2中，可以将薄膜热敏电阻1和薄膜电阻2的结合等效成无数个微小的  
25 串联和并联构成的二端口电阻器网络。根据需要的增益温度补偿量，即

根据要求的各温度下的二端口网络的衰减量、隔离度和反射系数，计算出薄膜热敏电阻1和薄膜电阻2的单位宽度和长度的电阻值，以及薄膜热敏电阻1和薄膜电阻2的温度系数。通过计算知道，为了实现小的反射系数和较高的输出输入端的隔离度的温度补偿衰减器，要求此温度补偿衰减器的在温度变化时，薄膜热敏电阻1的温度系数与薄膜电阻2的温度系数需要具有不同的特性。若薄膜热敏电阻1与薄膜电阻2都是相同正的温度系数，或者都是相同负的温度系数的话，不能符合实现小的反射系数和较高的输出输入端的隔离度的温度补偿衰减器的要求。

对于温度升高时，增益和功率随之减小的高频及微波有源器件的温度补偿来讲，为了保持增益和功率不受温度变化的影响，薄膜热敏电阻1采用具有随温度升高而电阻值减小的负温度系数的热敏电阻；薄膜电阻2可以采用具有随温度升高而电阻值增大的正温度系数的热敏电阻。

对于温度升高时，增益和功率随之变大的高频及微波有源器件的温度补偿来讲，为了保持增益和功率不受温度变化的影响，薄膜热敏电阻1采用具有随温度升高而电阻值增大的正温度系数的热敏电阻；薄膜电阻2可以采用具有随温度升高而电阻值减小的负温度系数的热敏电阻。

对于温度变化时，所要求补偿的衰减量较小的温度补偿衰减器来讲，要求薄膜热敏电阻1的温度系数的绝对值要远大于薄膜电阻2的温度系数的绝对值。

对于温度变化时，所要求补偿的衰减量较大的温度补偿衰减器来讲，要求薄膜热敏电阻1的温度系数的绝对值要略等于薄膜电阻2的温度系数的绝对值。

从电极的封装构造上可以做出表面实装型温度补偿衰减器，也可做出管腿引线式和插接线式温度补偿衰减器。

将输入端和输出端的特性阻抗设计为符合接入系统的要求的特性阻

抗。例如50欧姆。

请参阅图3，本发明第二较佳实施例温度补偿衰减器与第一较佳实施例的区别在于，薄膜电阻2的两端也分别与输入端3、输出端4连接。

其具体的制作方法与第一较佳实施例所描述的方法基本相同。

5 本发明第二较佳实施例温度补偿衰减器包括基体6，在基体6的表面层上形成薄膜热敏电阻1，薄膜热敏电阻1的两端分别与输入端3和输出端4相连接，薄膜热敏电阻1的底边与在基体6的表面层上形成的薄膜电阻2的顶边相电连接，薄膜电阻2的底边与接地端5相电连接，薄膜电阻2的两端也分别与输入端3、输出端4连接。

10 薄膜电阻2可选用与薄膜热敏电阻1的温度特性相反的薄膜热敏电阻，这样温度补偿衰减器的温度补偿特性会更好。

由于薄膜热敏电阻1和薄膜电阻2的电阻值和温度系数不一样，薄膜热敏电阻1和薄膜电阻2的形成通过掩膜工艺技术在基体6的表面层上分别实现。先在基体6上印刷上薄膜热敏电阻1，使薄膜热敏电阻1的一端与  
15 输入端3连接，反向的另一端与输出端4连接；在基体6上再印刷上薄膜电阻2，使薄膜电阻2的顶边与薄膜热敏电阻1的底边相电连接，薄膜电阻2的底边与接地端5相电连接；薄膜电阻2的两端也分别与输入端3、输出端4连接。最后在薄膜热敏电阻1和薄膜电阻2表面涂上保护膜，防止外部湿气和尘埃的侵入。

20 请参阅图4，它是图3所示温度补偿衰减器的分布参数的电路原理图。在图3中，可以将薄膜热敏电阻1和薄膜电阻2的结合等效成无数个微小的并联和串联构成的二端口电阻器网络。根据需要的增益温度补偿量，即根据要求的各温度下的二端口网络的衰减量、隔离度和反射系数，计算出薄膜热敏电阻1和薄膜电阻2的单位宽度和长度的电阻值，以及薄膜热  
25 敏电阻1和薄膜电阻2的温度系数。为了实现小的反射系数和较高的输出

输入端的隔离度的温度补偿衰减器，要求此温度补偿衰减器的在温度变化时，薄膜热敏电阻1的温度系数与薄膜电阻2的温度系数需要具有不同的特性。若薄膜热敏电阻1与薄膜电阻2都是相同正的温度系数，或者都是相同负的温度系数的话，不能符合实现小的反射系数和较高的输出输入端的隔离度的温度补偿衰减器的要求。

对于温度升高时，增益和功率随之减小的高频及微波有源器件的温度补偿来讲，为了保持增益和功率不受温度变化的影响，薄膜热敏电阻1采用具有随温度升高而电阻值减小的负温度系数的热敏电阻，薄膜电阻2可以采用具有随温度升高而电阻值增大的正温度系数的热敏电阻。

对于温度升高时，增益和功率随之变大的高频及微波有源器件的温度补偿来讲，为了保持增益和功率不受温度变化的影响，薄膜热敏电阻1采用具有随温度升高而电阻值增大的正温度系数的热敏电阻，薄膜电阻2可以采用具有随温度升高而电阻值减小的负温度系数的热敏电阻。

对于温度变化时，所要求补偿的衰减量较小的温度补偿衰减器来讲，要求薄膜热敏电阻1的温度系数的绝对值要远小于薄膜电阻2的温度系数的绝对值。

对于温度变化时，所要求补偿的衰减量较大的温度补偿衰减器来讲，要求薄膜热敏电阻1的温度系数的绝对值要略等于薄膜电阻2的温度系数的绝对值。

将输入端和输出端的特性阻抗设计为符合接入系统的要求的特性阻抗。例如50欧姆。

请参阅图5，它显示了温度变化时，负温度特性的单位面积的薄膜热敏电阻1与正温度特性的单位面积的薄膜电阻2的理论变化曲线。串联热敏电阻即薄膜热敏电阻1的温度系数与并联热敏电阻即薄膜电阻2的温度系数需要具有相反的温度特性。

请参阅图6，它显示了温度变化时按上述图5变化曲线作出的温度补偿衰减器的衰减量或以增益表达时的增益量变化曲线。设计制作温度补偿衰减器时，按图5的温度变化曲线选择串联热敏电阻即薄膜热敏电阻1和并联热敏电阻即薄膜电阻2就可以实现温度补偿衰减器的温度变化时所需要的衰减量的变化。

请参阅图7，它展示了温度补偿衰减器接入放大器前补偿放大器等器件增益变动的情况。如温度升高时，放大器的增益会减小，加入温度补偿衰减器后，其增益会补偿过来，全体可构成一个有着稳定增益的功率放大器系统，即使在环境温度变化的条件下，也可以保持放大器等器件的增益和输出功率不会因环境温度变化而发生变化，即用牺牲一部分的系统增益换取系统的稳定。

请参阅图8，它展示了温度补偿衰减器接入有源器件前补偿有源器件的情况。与放大器同样，温度补偿衰减器也可以接入到其他的高频及微波有源器件，比如接入高频及微波二极管功率检波器前，或接入微波二极管衰减器前，都可以补偿高频及微波有源器件特性的温度漂移。

可以理解，上述薄膜热敏电阻1和薄膜电阻2的几何形状不限于四边形，其也可以是其他的形状。薄膜热敏电阻1和薄膜电阻2的接触边的接触形式不限于单边接触，其也可以是：薄膜热敏电阻1的一边和薄膜电阻2的多边电接触、薄膜热敏电阻1的多边和薄膜电阻2的一边电接触、或者薄膜热敏电阻1的多边和薄膜电阻2的多边电接触等形式。

在上述二较佳实施例，薄膜热敏电阻1、薄膜电阻2、输入端3、输出端4以及接地端5在同一平面内，当然，其亦不限于在同一平面内，可位于不同的平面。

本发明构成一种分布参数电路结构的增益和电平的温度补偿衰减器。将其接入高频及微波有源电路中，可以补偿由于温度变化而带来的

高频及微波有源器件的增益的变动或有源器件的频率(RF)特性的漂移,即使在环境温度变化恶劣的条件下,也可以保证高频及微波有源器件的增益安定不变或补偿有源器件的RF特性的漂移。

本发明具有以下优点:

- 5 (1)具有极宽的频带,极小的反射系数,较好的隔离度。
- (2)由于本发明是无源器件,成本低,体积小,制作简单,可靠性好。适合于轻量移动通信终端。
- (3)不需要复杂的控制方式和器件,使用非常方便简单。例如,为了补偿环境温度变化引起的高频及微波功率放大器的增益或功率的变化,10 只需测出此功率放大器在高低温时的增益或功率的变化量。根据需要在功率放大器前、后,甚至在放大器内部加入恰好能补偿增益或功率的变化量的与其对应的温度补偿衰减器即可。
- (4)不需要解决信号的同步问题。
- (5)非常适合室外及恶劣条件下的设置的通信设备,如移动通信直15 放站、广播电视塔放、公用天线设备、卫星接收高频头、卫星导航(GPS),无线连接(WLAN)等等。
- (6)适合于发热功率器件而引起的增益或功率的变化的补偿。如移动通信基站发射机开机之后短期和长期发热状态而引起的增益或功率的变化。
- 20 (7)适合于对室内温度变化要求高的仪表或测试器。
- (8)根据系统安装的要求,可将此发明除表面实装型温度补偿衰减器之外,也可做成管腿引线式和插接线式温度补偿衰减器。



## 权利要求书

1. 一种温度补偿衰减器，其包括：基体（6）、设置在该基体（6）上的薄膜热敏电阻（1）和分别连接到该薄膜热敏电阻（1）两端的输入端（3）和输出端（4），其特征在于：该温度补偿衰减器还包括一个薄膜电阻（2），该薄膜电阻（2）的顶边与薄膜热敏电阻（1）的底边相电连接，薄膜电阻（2）的底边与接地端（5）相电连接。

2. 据权利要求1所述的温度补偿衰减器，其特征在于：该薄膜电阻（2）的两端分别与输入端（3）和输出端（4）连接。

3. 根据权利要求1或2所述的温度补偿衰减器，其特征在于：该薄膜电阻（2）是薄膜热敏电阻，其温度特性与上述基体（6）上的薄膜热敏电阻（1）的温度特性相反。

4. 根据权利要求3所述的温度补偿衰减器，其特征在于：该薄膜热敏电阻（1）是随温度升高电阻值变小的负温度系数的热敏电阻；该薄膜电阻（2）是随温度升高电阻值变大的正温度系数的热敏电阻。

5. 根据权利要求3所述的温度补偿衰减器，其特征在于：该薄膜热敏电阻（1）是随温度升高电阻值变大的正温度系数的热敏电阻；该薄膜电阻（2）是随温度升高电阻值变小的负温度系数的热敏电阻。

6. 根据权利要求3所述的温度补偿衰减器，其特征在于：该薄膜热敏电阻（1）及薄膜电阻（2）的数值和温度系数根据增益和电平补偿量选择，其满足衰减量、隔离度和反射系数大小。

7. 根据权利要求1或2所述的温度补偿衰减器，其特征在于：该薄膜热敏电阻（1）及薄膜电阻（2）的任何一种电阻分布参数为串联、并联或串并联的电阻复合体。

5        8. 根据权利要求1或2所述的温度补偿衰减器，其特征在于：该薄膜热敏电阻（1）和薄膜电阻（2）的接触边的接触形式为：薄膜热敏电阻（1）的一边和薄膜电阻（2）的多边电接触、薄膜热敏电阻（1）的多边和薄膜电阻（2）的一边电接触、或者薄膜热敏电阻（1）的多边和薄膜电阻（2）的多边电接触。

10

9. 根据权利要求8所述的温度补偿衰减器，其特征在于：该薄膜热敏电阻（1）、薄膜电阻（2）、输入端（3）、输出端（4）以及接地端（5）在同一平面内，或者在不同的平面内。

15

10. 根据权利要求1或2所述的温度补偿衰减器，其特征在于：该温度补偿衰减器为表面实装型、引线型或插接线型的结构。

11. 根据权利要求1或2所述的温度补偿衰减器，其特征在于：该温度补偿衰减器采用印刷薄膜热敏电阻和多层掩膜加工工艺集成到基体

20        （6）上。

1/4

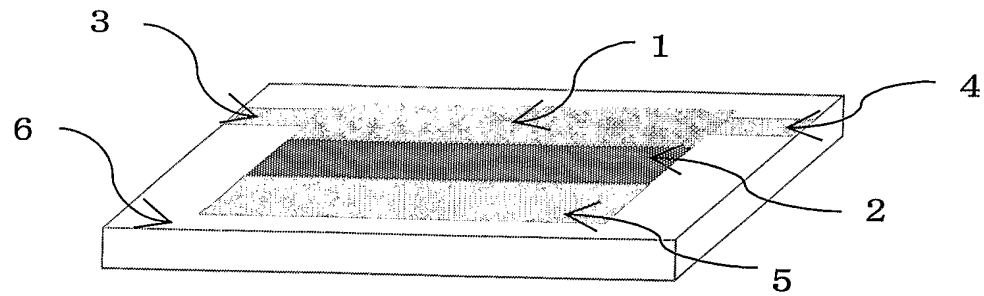


图 1

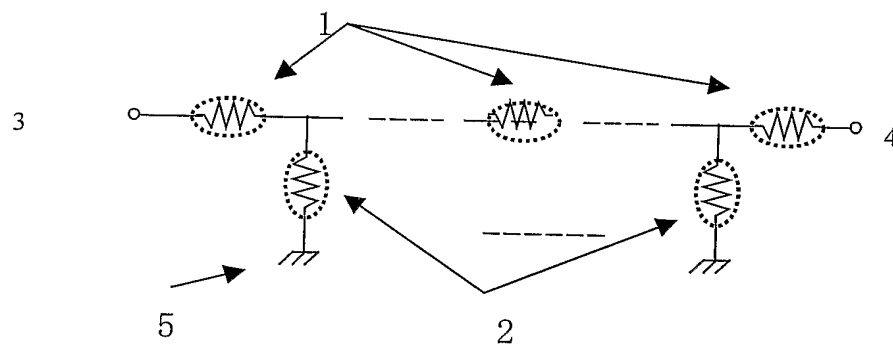


图 2

2/4

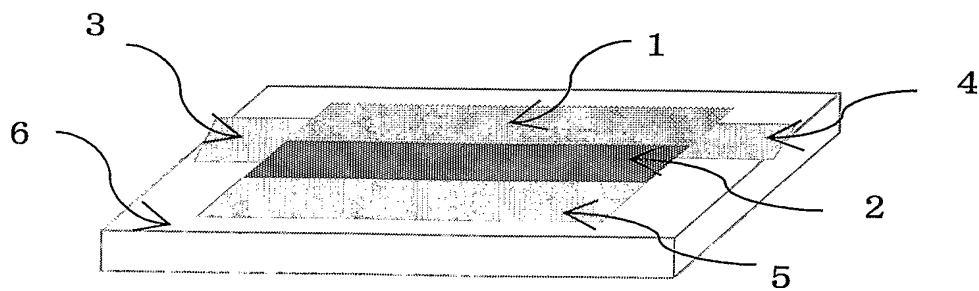


图 3

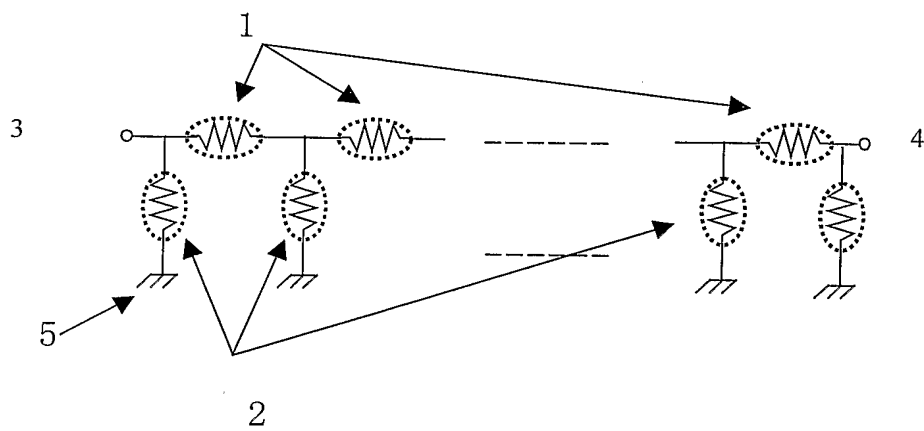


图 4

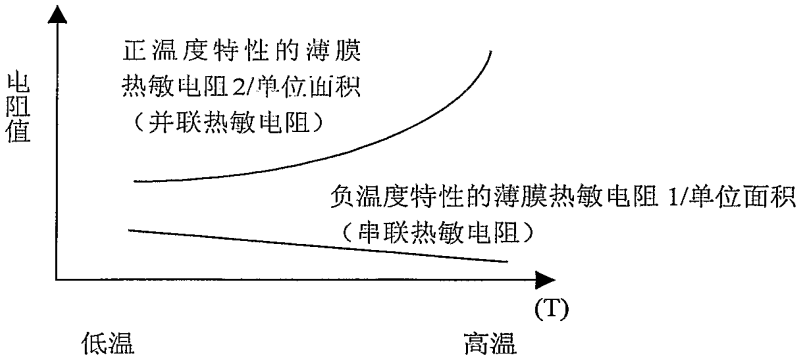


图 5

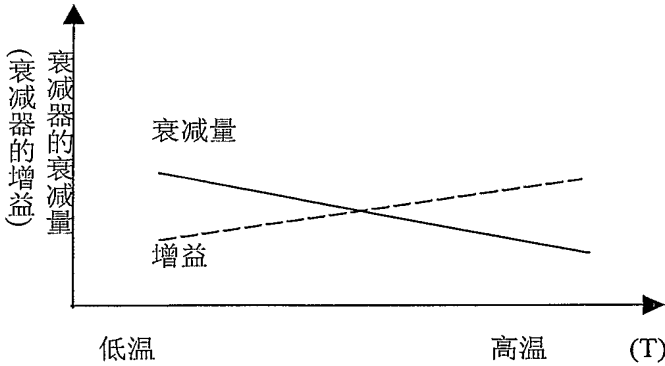


图 6

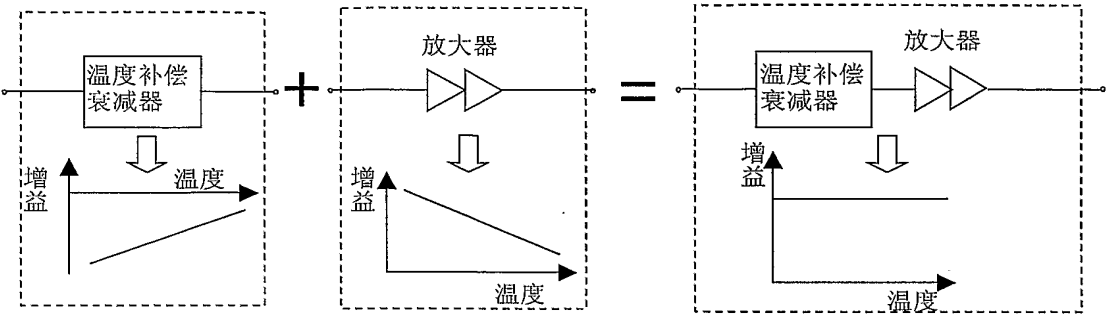


图 7

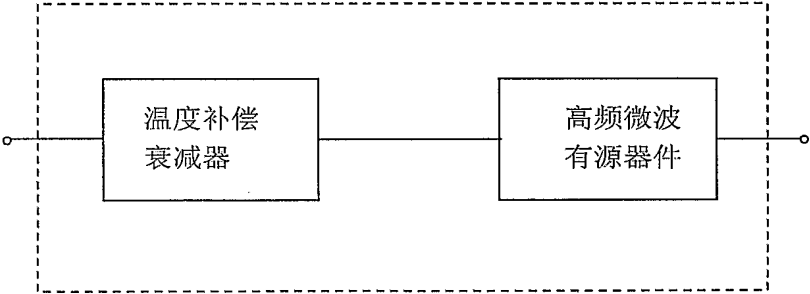


图 8